

## PENILAIAN TERHADAP KECEKAPAN RELATIF INDUSTRI PENGAGIHAN ELEKTRIK DI SELANGOR MENGGUNAKAN KAEDAH ANALISIS PENYAMPULAN DATA (APD)

MUHAMMAD ZAINI AHMAD

*Pusat Kemahiran Komunikasi dan Keusahawanan  
Kolej Universiti Kejuruteraan Utara Malaysia*

WAN ROSMANIRA ISMAIL

*Pusat Pengajian Sains Matematik  
Universiti Kebangsaan Malaysia*

### ABSTRAK

*Kajian ini dijalankan dengan tujuan untuk menilai dan mengenal pasti kecekapan penggunaan sumber oleh Tenaga Nasional Berhad (TNB) ke atas sepuluh kawasan pengagihan elektrik di Selangor. Berdasarkan kepada data untuk tiga input dan dua output bagi tahun 2002, model CCR yang berorientasikan input digunakan dan mendapati 4 daripada 10 kawasan pengagihan elektrik di Selangor adalah cekap. Bagi setiap kawasan pengagihan yang tidak cekap, model ini mengenal pasti sumber dan tingkat ketidakcekapan bagi setiap input dan output. Satu set sasaran bagi setiap input dan output ditentukan bagi 6 kawasan pengagihan yang tidak cekap. Dengan menggunakan purata magnitud bagi setiap input, keputusan menunjukkan bahawa perbelanjaan operasi dan penyelenggaraan merupakan input yang paling penting (61.86%), diikuti dengan perbelanjaan ke atas gaji pekerja (23.80%) dan perbelanjaan ke atas peralatan utama (14.34%).*

**Kata Kunci:** *Analisis Penyampulan Data, kecekapan relatif, pengagihan elektrik.*

### ABSTRACT

*This study is carried out to evaluate and identify the efficiency of the usage of resources by Tenaga Nasional Berhad (TNB) in ten electricity distribution areas in Selangor. Based on the data of three inputs and two outputs for the year 2002, an input-oriented CCR model is used and it appears that four out*

*of ten electricity distribution areas in Selangor are efficient. For each of the inefficient areas, this model identifies the sources and the level of inefficiency for each input and output. A set of targets for each input and output is determined for six inefficient areas. Using the average magnitude for each input, the results show that operational and maintenance expenditure is the most important input (61.86%), followed by the expenditure on workers salary (23.80%) and expenditure on main equipment (14.34%).*

**Keywords:** *Data Envelopment Analysis, relative efficiency, electricity distribution.*

## PENDAHULUAN

Kajian mengenai kecekapan organisasi sebenarnya telah lama wujud dan berkembang luas di negara-negara barat. Pelopor awal dalam analisis kecekapan ini ialah Farell (1957). Dengan menggunakan pendekatan kejuruteraan, Farell (1957) mengukur kecekapan unit pengeluaran dalam kes satu input dan satu output. Kemudian, kajian ini berkembang kepada pengukuran harga dan pengukuran kecekapan teknikal dan beliau berjaya menerbitkan satu fungsi kecekapan pengeluaran. Hasil kejayaannya, beliau cuba menerapkan model itu untuk menganggar kecekapan sektor pertanian di Amerika Syarikat berbanding dengan sektor pertanian di negara lain. Walau bagaimanapun, beliau gagal dalam meringkaskan pelbagai input dan output ke dalam bentuk satu input dan satu output untuk disesuaikan dengan modelnya. Hasil kajian oleh Charnes, Cooper dan Rhodes (1978) mendapati model kecekapan oleh Farell (1957) tidak lagi sesuai digunakan kerana proses pengeluaran dalam sesebuah organisasi melibatkan kombinasi pelbagai input dan output. Bagi mengatasi masalah ini, Charnes *et al.* (1978) memperkenalkan satu pendekatan tak berparameter dalam beberapa situasi untuk mengukur kecekapan dan teknik ini dikenali sebagai Analisis Penyampulan Data (APD). Secara asasnya, APD merupakan satu kaedah yang berasaskan teknik pengaturcaraan linear yang digunakan untuk menilai kecekapan relatif unit-unit organisasi yang bersifat homogen yang dicirikan sama ada dalam kes satu input dan satu output atau dalam kes multi input dan output.

Kaedah ini melibatkan identifikasi unit-unit organisasi yang secara relatifnya menggunakan input untuk menghasilkan output dengan cara yang paling optimum. Melalui maklumat ini, APD berperanan membentuk satu sempadan kecekapan ke atas unit-unit organisasi berkenaan. Kemudian, APD menggunakan sempadan kecekapan ini untuk menentukan unit-unit organisasi yang menggunakan input

secara cekap atau sebaliknya. Menurut Charnes *et al.* (1978), unit-unit organisasi yang dimaksudkan ialah Unit Pembuat Keputusan (UPK). Unit-unit ini merupakan cawangan-cawangan organisasi yang melaksanakan fungsi yang sama seperti mengeluarkan suatu set keluaran ataupun memberikan set perkhidmatan yang serupa. Setiap unit menggunakan satu set sumber yang dipanggil input untuk menghasilkan set keluaran yang dipanggil output. Menurut Syed Othmawi dan Faridah (1993) set input dan output ini mestilah terdiri daripada jenis yang sama tetapi kemungkinan berbeza dari segi kuantiti ataupun kualiti. UPK biasanya terdiri daripada entiti-entiti seperti bank, sekolah, fakulti, universiti, hospital, jabatan-jabatan kerajaan dan sebagainya. Miliotis (1992) dan Chen (2002) dalam kajiannya memilih kawasan pengagihan elektrik sebagai set UPK.

Dalam sektor pengagihan tenaga elektrik, kebanyakan pihak pengurusan lebih banyak menggunakan analisis nisbah sebagai satu cara untuk mengukur kecekapan. Pada kebiasaannya, pihak pengurusan dalam sektor terbabit menggunakan penunjuk kewangan sebagai satu pendekatan untuk mengukur kecekapan. Analisis nisbah ini dikatakan lebih sesuai digunakan berbanding dengan ukuran purata tertentu, akan tetapi terdapat beberapa kekurangan berbanding dengan kaedah pengukuran yang lain. Antaranya ialah mengabaikan pemilihan pelbagai jenis penunjuk prestasi yang perlu digunakan untuk mengukur kecekapan setiap kawasan pengagihan.

Menyedari akan hakikat ini, beberapa orang penyelidik memperkenalkan beberapa pendekatan yang agak sesuai digunakan untuk mengukur kecekapan berkenaan. Salah satunya ialah pendekatan pengaturcaraan berparameter yang digunakan untuk menilai kecekapan berdasarkan kepada fungsi pengeluaran atau fungsi kos. Umpamanya, Salvanes dan Tjotta (1990), Clagett, Hollas dan Stansell (1995), De-Border (1996), Burns dan Weyman-Jones (1996) lebih cenderung memfokuskan kepada penganggaran ciri-ciri fungsi kos dan pengukuran ke atas skop dan skala ekonomi dengan mengandaikan sektor pengagihan tenaga elektrik beroperasi secara cekap.

Pendekatan ketiga yang digunakan untuk mengukur kecekapan pengagihan tenaga elektrik ialah melalui kaedah Analisis Penyampulan Data (APD). Kaedah ini dikatakan lebih sesuai digunakan untuk mengukur kecekapan berbanding kaedah di atas kerana sektor pengagihan tenaga elektrik menggunakan multi input untuk menghasilkan multi output. Umpamanya, Weyman-Jones (1991), Miliotis (1992) dan Chen (2002) menggunakan APD untuk mengukur

kecekapan teknikal ke atas beberapa kawasan pengagihan elektrik yang masing-masing di England dan Wales; Greece dan Taiwan; manakala Pahwa, Feng dan Lubkeman (2002) pula menggunakan APD untuk mengukur kecekapan relatif 50 syarikat utiliti elektrik di Amerika Syarikat. Keputusan yang diperoleh ini dikatakan amat berguna bagi pihak pengurusan sumber dan pentadbiran kerana boleh dijadikan sebagai satu panduan dalam pengurusan kos.

Kaedah pengukuran kecekapan yang digunakan oleh TNB pula melibatkan kecekapan atau produktiviti pekerja yang hanya menggunakan satu input dan satu output serta kecekapan operasi melalui teknologi yang digunakan. Oleh yang demikian, kaedah Analisis Penyampulan Data (APD) digunakan untuk mengukur kecekapan penggunaan sumber atau peruntukan input yang digunakan di setiap kawasan pengagihan. Hasil kajian menggunakan kaedah ini akan dijadikan satu cadangan kepada pihak TNB untuk memperbaiki sistem yang sedia ada bagi memastikan operasi berjalan dengan cepap dan menyeluruh serta tidak hanya menumpukan kepada kualiti perkhidmatan kepada pengguna sahaja. Kaedah ini mengambil kira hubungan antara input dan output yang lebih daripada satu dalam menentukan kecekapan setiap kawasan pengagihan elektrik di Selangor.

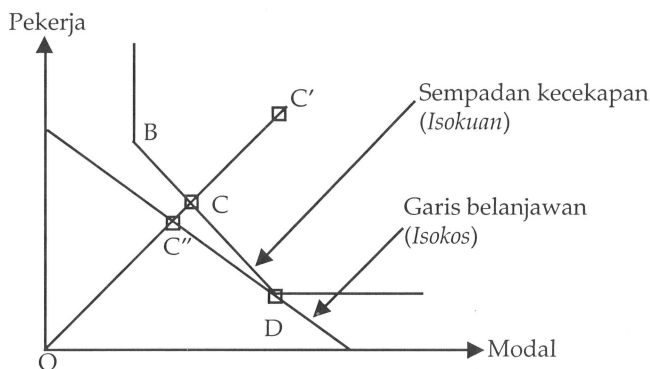
## KONSEP ASAS KECEKAPAN

Perkataan kecekapan merujuk kepada sesuatu yang tidak membazirkan input yang terhad manakala ketidakcekapan ialah berlaku pembaziran input yang terhad. Aspek kecekapan sebenarnya boleh dilihat daripada pelbagai sudut. Pertama, kecekapan dari segi teknikal yang merujuk kepada kecekapan penggunaan input-input fizikal seperti buruh, peralatan atau mesin untuk menghasilkan output pada suatu tingkat tertentu. Keduanya ialah kecekapan dari segi peruntukan yang merujuk kepada input, pada sebarang tingkat input dan set harga input adalah dipilih untuk meminimumkan kos pengeluaran dengan mengandaikan bahawa organisasi berada pada 100% kecekapan teknikal. Ketiganya ialah kecekapan dari segi kos yang merujuk kepada kombinasi atau gabungan kedua-dua kecekapan iaitu kecekapan teknikal dan kecekapan peruntukan.

Konsep asas kecekapan ini boleh digambarkan secara geometri seperti dalam Rajah 1. Rajah 1 merujuk kepada sebuah keluk yang menunjukkan kombinasi dua input iaitu pekerja dan modal yang digunakan dalam proses pengeluaran untuk menghasilkan sejumlah



kuantiti output tertentu. Keluk ini menunjukkan kombinasi penggunaan input yang minimum untuk mengeluarkan sejumlah kuantiti output. Dalam ekonomi, keluk ini dikenali sebagai sempadan kecekapan atau garis isokuan. Ia adalah licin dan berbentuk cembung daripada asalan yang mewakili tingkat-tingkat pengeluaran yang tertentu dan mencadangkan kombinasi input yang berbeza untuk menghasilkan output yang sama.



**Rajah 1**  
Konsep asas kecekapan

Berdasarkan Rajah 1, sesebuah organisasi boleh mengubah kombinasi penggunaan dua input secara berkadar untuk mencapai satu tingkat pengeluaran yang meminimumkan penggunaan input dengan andaian teknologi yang digunakan dalam proses pengeluaran tidak berubah. Ini bermaksud jika satu unit input dikurangkan (pekerja atau modal), sesebuah organisasi perlu meningkatkan penggunaan input yang satu lagi pada suatu tingkat tertentu yang menghasilkan output yang sama. Jika sesebuah organisasi mengeluarkan output dengan tingkat kombinasi penggunaan input terletak di atas sempadan kecekapan, maka organisasi tersebut mencapai 100% kecekapan teknikal. Walau bagaimanapun, ini tidak bererti organisasi berkenaan menggunakan kos yang cekap.

Untuk menunjukkan situasi ini, satu garis lurus yang dikenali sebagai garis belanjawan atau isokos dilukis dalam rajah yang sama. Katakan sesebuah organisasi menggunakan bajetnya untuk membayar upah kepada pekerja dan faedah kepada modal pada suatu tingkat harga tertentu. Daripada maklumat ini, satu garis lurus boleh dibentuk dan dikenali sebagai garis belanjawan atau isokos yang menunjukkan kombinasi dua input pada kos yang sama. Oleh yang demikian, kos pengeluaran untuk menghasilkan sejumlah kuantiti output

diminimumkan pada titik dengan garis belanjawan tangen kepada sempadan kecekapan. Pada titik ini, kedua-dua kecekapan teknikal dan kecekapan peruntukan dicapai. Jika sesebuah organisasi beroperasi pada tingkat kombinasi input di titik B, C dan D maka organisasi berkenaan mencapai 100% kecekapan teknikal. Tetapi jika beroperasi pada titik C', organisasi tidak cekap secara teknikal kerana banyak input digunakan, sedangkan organisasi berkenaan boleh mengeluarkan tingkat pengeluaran pada tingkat input yang lebih rendah iaitu di titik C.

Titik-titik B dan C cekap secara teknikal tetapi tidak cekap dari segi kos kerana organisasi boleh mengeluarkan output pada tingkat yang sama di titik D dengan kos yang lebih rendah. Jika sesebuah organisasi mengubah tingkat pengeluaran dari titik C ke titik D, kecekapan kosnya boleh ditingkatkan melalui  $(OC' - OC'')/OC'$ . Ini menyebabkan satu peningkatan dalam kecekapan teknikal yang diukur melalui  $(OC' - OC)/OC'$  dan satu peningkatan dalam kecekapan peruntukan diukur melalui  $(OC - OC'')/OC$ . Kecekapan teknikal biasanya diukur dengan menyamak sama ada input-input perlu dikurangkan secara berkadar untuk mencapai tingkat pengeluaran di atas sempadan kecekapan. Ini dikenali sebagai pengecutan radial (*radial contraction*) dalam input kerana titik operasi berubah-ubah di sepanjang garis bermula dari titik asalan sehingga organisasi beroperasi di titik D.

## MODEL PENGUKURAN KECEKAPAN

Sebenarnya, analisis kecekapan yang dilakukan adalah bertujuan untuk mengukur keseimbangan antara input yang digunakan dengan output yang dihasilkan. Ini bermakna pembolehubah input dan output mempunyai hubungan dengan aspek kecekapan. Melalui hubungan ini, satu formula kecekapan dapat diterbitkan iaitu mendapatkan nisbah di antara output dan input yang terlibat. Kecekapan ini hanya terhad kepada kes satu input dan satu output sahaja dan ia ditakrifkan sebagai,

$$\text{Kecekapan} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Ukuran kecekapan ini tidak lagi sesuai digunakan apabila terdapat bilangan input dan output yang lebih daripada satu. Dalam kes ini, satu kaedah untuk mengukur kecekapan relatif ke atas UPK ialah dengan mendapatkan nisbah di antara jumlah output berpemberat dengan jumlah input berpemberat. Oleh yang demikian, formula berikut boleh digunakan untuk mengukur kecekapan yang mempunyai beberapa input dan output.

$$\begin{aligned}
\text{Kecekapan} &= \frac{\text{Jumlah Output Berpemberat}}{\text{Jumlah Input Berpemberat}} \\
&= \frac{w_1 y_{1k} + w_2 y_{2k} + \dots + w_n y_{nk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}} \\
&= \frac{\sum_{j=1}^n w_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}
\end{aligned}$$

dengan;

- $y_{jk}$  = banyaknya output ke-  $j$  yang dihasilkan oleh UPK ke- $k$
- $x_{ik}$  = banyaknya input ke- $i$  yang digunakan oleh UPK ke- $k$
- $w_j$  = pemberat yang diberikan kepada output ke- $j$
- $v_i$  = pemberat yang diberikan kepada input ke- $i$

Menurut Charnes *et al.* (1978), kecekapan bagi Unit Pembuat Keputusan (UPK) iaitu  $E_k$  boleh diukur melalui nisbah jumlah output berpemberat,  $w_j y_{jk}$  dengan jumlah input berpemberat,  $v_i x_{ik}$  dengan menyelesaikan masalah tersebut melalui model pengaturcaraan pecahan. Model ini merupakan model yang paling asas dalam APD dan ia lebih dikenali dengan model CCR. Model CCR ini tertakluk kepada syarat pulangan malar ikut skala.

$$\begin{aligned}
\text{Maksimumkan } E_k &= \frac{\sum_{j=1}^n w_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \\
\text{tertakluk kepada } &= \frac{\sum_{j=1}^n w_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1; \quad r = 1, 2, \dots, k, \dots, s \\
&\quad w_j \geq 0; \quad j = 1, \dots, n \\
&\quad v_i \geq 0; \quad i = 1, \dots, m
\end{aligned}$$

dengan;

- $y_{jk}$  = banyaknya output ke- $j$  yang dihasilkan oleh UPK ke- $k$
- $y_{jr}$  = banyaknya output ke- $j$  yang dihasilkan oleh UPK ke- $r$
- $x_{ik}$  = banyaknya input ke- $i$  yang digunakan oleh UPK ke- $k$
- $x_{ir}$  = banyaknya input ke- $i$  yang digunakan oleh UPK ke- $r$
- $w_j$  = pemberat yang diberikan kepada output ke- $j$

- $v_i$  = pemberat yang diberikan kepada input ke- $i$   
 $r$  = bilangan UPK  
 $n$  = bilangan output  
 $m$  = bilangan input  
 $E_k$  = fungsi objektif bagi kecakapan UPK ke- $k$

Model CCR merupakan satu model pengaturcaraan tak linear. Oleh yang demikian, model ini boleh ditukarkan ke dalam bentuk model pengaturcaraan linear dengan menukarkan nilai penyebut fungsi objektif supaya bersamaan dengan sebarang nilai seperti 1 untuk menghasilkan model pengaturcaraan linear. Terdapat dua jenis penyelesaian dalam model pengaturcaraan linear yang boleh digunakan iaitu model CCR primal dan model CCR dual.

### Model CCR Primal

Konsep dalam pemodelan ini adalah memaksimumkan  $E_k$ . Model primal ini diterbitkan dalam bentuk linear dengan menetapkan nilai penyebut kepada 1 yang akan memaksimumkan pengangka. Model CCR primal diberi oleh:

$$\text{Minimumkan } E_k = \sum_{j=1}^n w_j y_{jk}$$

Tertakluk kepada

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} &= 1 \\ \sum_{j=1}^n w_j y_{jr} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} &\leq 0 ; r = 1, 2, \dots, k, \dots, s \\ w_j &\geq 0; j = 1, 2, \dots, n \\ v_i &\geq 0; i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

### Model CCR Dual

Dengan mengambil dual bagi model CCR primal, model CCR dual diperolehi. Walaupun model CCR dual ini dianggap mudah, tetapi secara konsepnya ia merupakan model yang lebih kompleks berbanding dengan model CCR primal. Menurut Charnes, Cooper dan Rhodes (1981), model CCR dual ini dikenali sebagai model berorientasikan input yang bermaksud UPK, model ini dikatakan cekap jika mengeluarkan sejumlah kuantiti output tertentu dengan jumlah input yang digunakan adalah pada tahap yang paling minimum. Model CCR dual ini diberi oleh:

Minimumkan  $\phi_k - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{j=1}^n s_j^+ \right)$

Tertaluk kepada

$$\sum_{r=1}^s \lambda_r x_{ir} - \phi_k x_{ik} + s_i^- = 0; i=1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{r=1}^s \lambda_r y_{jr} - y_{jk} - s_j^+ = 0; j=1, 2, \dots, n$$

$$\lambda_r, s_i^-, s_j^+ \geq 0; \forall r, i, j \text{ dan } \phi_k \text{ tidak terbatas}$$

dengan;

$y_{jk}$  = banyaknya output ke- $j$  yang dihasilkan oleh UPK ke- $k$

$y_{jr}$  = banyaknya output ke- $j$  yang dihasilkan oleh UPK ke- $r$

$x_{ik}$  = banyaknya input ke- $i$  yang digunakan oleh UPK ke- $k$

$x_{ir}$  = banyaknya input ke- $i$  yang digunakan oleh UPK ke- $r$

$\lambda_r$  = pemberat dual bagi UPK ke- $r$

$s_i^-$  = sisihan input ke- $i$

$s_j^+$  = sisihan output ke- $j$

$r$  = bilangan UPK

$n$  = bilangan output

$m$  = bilangan input

$\phi_k$  = skor kecekapan bagi UPK ke- $k$

$\varepsilon$  = nilai positif yang sangat kecil

Nilai  $\phi_k$  yang diperoleh memberikan pengukuran tentang kecekapan relatif setiap UPK yang dipertimbangkan. UPK dikatakan cekap jika dan hanya jika syarat penyelesaian optimum  $(\phi_k^*, \lambda_r^*, s_i^{*-}, s_j^{*+})$  yang diperoleh melalui penyelesaian dalam model di atas adalah  $\phi_k^* = 1$  dan  $s_i^{*-} = s_j^{*+} = 0$ . Jika syarat ini tidak dipenuhi, UPK dikatakan tidak cekap dan  $\phi_k^* < 1$  yang boleh ditafsirkan sebagai penurunan minimum dalam input yang diperlukan untuk menjadikan ia cekap. UPK yang cekap secara relatif berbanding dengan UPK lain akan digunakan sebagai set rujukan bagi UPK yang tidak cekap untuk meningkatkan kecekapannya. Bagi UPK yang tidak cekap, set rujukan  $R_0$  berasaskan penyelesaian optimum dalam model CCR dual  $(\phi_k^*, \lambda_r^*, s_i^{*-}, s_j^{*+})$  ditakrifkan sebagai:

$$R_0 = \{r \mid \lambda_r^* > 0\}; r = 1, 2, \dots,$$

Suatu penyelesaian optimum boleh diungkapkan sebagai:

$$\phi_k^* x_{ik} = \sum_{r \in R_0} x_{ir} \lambda_r^* + s_i^{*-}$$

$$y_{jk} = \sum_{r \in R_0} y_{jr} \lambda_r^* - s_j^{*+}$$

Ini boleh ditafsirkan seperti berikut:

$$x_{ik} \geq \phi_k^* x_{ik} - s_i^{*-} = \sum_{r \in R_0} x_{ir} \lambda_r^* \quad \text{yang bermaksud}$$

$$x_{ik} \geq \text{nisbah kecekapan input} - \text{sisihan input} \\ = \text{gabungan positif pemberat dual bagi nilai input}$$

juga

$$y_{jk} \leq y_{jk} + s_i^{+*} = \sum_{r \in R_0} y_{jr} \lambda_r^*$$

yang bermaksud

$$y_{jk} \leq \text{nilai output asal} + \text{sisihan output} \\ = \text{gabungan positif pemberat dual bagi nilai output}$$

Hubungan ini mencadangkan bahawa kecekapan  $(x_{ik}, y_{jk})$  bagi UPK<sub>k</sub> boleh ditingkatkan jika nilai input dikurangkan secara radial melalui nisbah  $\phi_k^*$  dan ditolak dengan nilai sisihan input  $s_i^{*-}$ . Dengan cara yang sama, kecekapan boleh dicapai jika nilai output ditambah melalui sisihan output  $s_i^{+*}$ . Jadi, perubahan input,  $\Delta x_{ik}$  dan perubahan output,  $\Delta y_{jk}$  boleh dikira melalui

$$\Delta x_{ik} = x_{ik} - (\phi_k^* x_{ik} - s_i^{*-}) = (1 - \phi_k^*) x_{ik} + s_i^{*-}$$

$$\Delta y_{jk} = s_i^{+*}$$

Oleh yang demikian, formula untuk meningkatkan kecekapan atau lebih dikenali sebagai jangkaan CCR (*CCR projection*) diberi oleh:

$$\hat{\Delta} x_{ik} = x_{ik} - \Delta x_{ik} = \phi_k^* x_{ik} - s_i^{*-} \leq x_{ik}$$

$$\hat{\Delta} y_{jk} = y_{jk} - \Delta y_{jk} = y_{jk} + s_i^{+*} \geq y_{jk}$$

## PEMILIHAN UPK, INPUT DAN OUTPUT KAJIAN

Dalam kajian ini, sepuluh kawasan pengagihan elektrik di Selangor yang dikawal selia oleh Tenaga Nasional Berhad Distribution (TNBD), iaitu sebuah anak syarikat milik penuh Tenaga Nasional Berhad (TNB), telah dipilih sebagai Unit Pembuat Keputusan (UPK). Ini berdasarkan rekod yang disediakan oleh Bahagian Hal Ehwal Komersial TNB Selangor. Sepuluh kawasan ini sudah memadai sebagai sampel kajian kerana ia telah memenuhi syarat bilangan UPK yang sesuai digunakan sebagai sampel kajian mengikut petua yang digunakan dalam kaedah APD, iaitu  $UPK \geq 2(\text{bilangan input} + \text{bilangan output})$ . Kawasan-

kawasan ini meliputi Petaling Jaya, Rawang, Pelabuhan Klang, Klang, Subang Jaya, Shah Alam, Bandar Baru Bangi, Banting, Kuala Selangor dan Sungai Besar.

Dalam mengukur kecekapan industri pengagihan elektrik di Selangor, input yang dipilih perlu relevan dengan operasi yang dijalankan kerana kecekapan pengagihan elektrik bergantung kepada input yang digunakan. Input merupakan faktor-faktor pengeluaran yang digunakan dalam proses pengeluaran untuk menghasilkan output. Ia terdiri daripada sumber-sumber yang terhad atau terbatas seperti tanah, pekerja, perbelanjaan, peralatan dan sebagainya. Dalam kajian ini, tiga set input digunakan untuk mengukur kecekapan relatif industri pengagihan elektrik di Selangor. Input yang digunakan dalam aktiviti pengagihan elektrik di kawasan masing-masing termasuklah kos operasi dan penyelenggaraan (V1), kos peralatan utama (V2) dan kos bayaran gaji pekerja (V3). Output pula merujuk kepada hasil yang diperoleh daripada input yang digunakan. Dalam kajian ini, dua set output digunakan untuk mengukur kecekapan. Ia terdiri daripada bilangan pengguna (W1) dan jumlah unit jualan (W2).

**ANALISIS KECEKAPAN INDUSTRI PENGAGIHAN ELEKTRIK  
DI SELANGOR**

Dalam bahagian ini, penilaian kecekapan relatif kawasan-kawasan pengagihan elektrik di Selangor dilakukan dengan menggunakan model CCR dual. Jadual 1 menunjukkan keputusan kajian yang diperoleh hasil daripada penggunaan perisian LINDO ke atas model berkenaan.

**Jadual 1**  
Skor Kecekapan Relatif bagi Sepuluh Kawasan Pengagihan Elektrik di Selangor dengan Menggunakan Model CCR Dual

No	UPK	Skor Kecekapan	Set Rujukan	Kekerapan Rujukan
1	Petaling Jaya	0.8086	5, 6, 7	0
2	Rawang	0.6112	5, 6, 7	0
3	Pelabuhan Klang	0.6845	5, 6, 7	0
4	Klang	1.0000	4	0
5	Subang Jaya	1.0000	5	6
6	Shah Alam	1.0000	6	4
7	Bandar Baru Bangi	1.0000	7	5
8	Banting	0.6401	5, 6, 7	0
9	Kuala Selangor	0.3981	5	0
10	Sungai Besar	0.3869	5, 7	0

Berdasarkan keputusan yang diperoleh dalam jadual 1, didapati empat kawasan pengagihan elektrik dikenal pasti sebagai cekap dengan nilai skor kecekapan masing-masing bersamaan dengan satu. Kawasan ini terdiri daripada Klang, Subang Jaya, Shah Alam dan Bandar Baru Bangi. Ini menunjukkan bahawa pihak TNB membelanjakan kos dengan sebaik mungkin ke atas kawasan berkenaan tanpa mengalami sebarang pembaziran ke atas kos yang digunakan. Kawasan-kawasan lain pula didapati tidak cekap dan nilai skor kecekapannya kurang daripada satu. Kawasan pengagihan yang muncul dengan kerap sebagai set rujukan bagi kawasan pengagihan yang tidak cekap merupakan satu contoh yang terbaik bagi prestasi keseluruhan. Dalam jadual 1, kawasan Subang Jaya telah dipilih sebagai kawasan pengagihan yang paling cekap kerana kekerapannya wujud sebanyak enam kali ke atas kawasan pengagihan yang tidak cekap.

Untuk meningkatkan kecekapan bagi kawasan pengagihan yang tidak cekap, pihak TNB mempunyai beberapa pilihan sama ada mengurangkan kos dengan bilangan pengguna dan jumlah unit jualan adalah tetap ataupun mengurangkan kos dan pada masa yang sama meningkatkan salah satu daripada bilangan pengguna atau jumlah unit jualan atau tetapkan kos (kos tidak berubah) dan pada masa yang sama meningkatkan kedua-dua outputnya sekali. Dalam kajian ini, penyelidik mencadangkan satu pendekatan untuk membantu pihak pengurusan TNB bagi memperbaiki skor kecekapan kawasan pengagihan yang tidak cekap dengan menetapkan tingkat sasaran seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.

Hasil kajian menunjukkan bahawa pihak TNB perlu mengawal kos operasi dan penyelenggaraan, kos peralatan utama dan kos bayaran gaji pekerja bagi setiap kawasan pengagihan yang tidak cekap untuk meningkatkan kecekapannya. Hasil daripada pengiraan purata magnitud dalam input, mendapati kos operasi dan penyelenggaraan, kos bayaran gaji pekerja dan kos peralatan utama banyak mempengaruhi kecekapan aktiviti pengagihan elektrik di Selangor iaitu masing-masing mewakili 61.86%, 23.80% dan 14.34%. Perbincangan lanjut mengenai purata magnitud dalam input boleh diperoleh dalam Chen (2002).



## Jadual 2

Tingkat Sasaran bagi Meningkatkan Kecekapan Aktiviti Pengagihan Elektrik di Selangor dengan menggunakan Model CCR Dual

No	UPK (Input dan Output)	Tingkat Sasaran (%)
1	Petaling Jaya	
	Kos Operasi dan Penyelenggaraan	-19.14%
	Kos Peralatan Utama	-19.14%
	Kos Bayaran Gaji Pekerja	-80.69%
	Bilangan Pengguna	0.00%
	Jumlah Unit Jualan	0.00%
2	Rawang	
	Kos Operasi dan Penyelenggaraan	-38.88%
	Kos Peralatan Utama	-38.88%
	Kos Bayaran Gaji Pekerja	-67.67%
	Bilangan Pengguna	0.00%
	Jumlah Unit Jualan	0.00%
3	Pelabuhan Klang	
	Kos Operasi dan Penyelenggaraan	-31.55%
	Kos Peralatan Utama	-75.79%
	Kos Bayaran Gaji Pekerja	-31.55%
	Bilangan Pengguna	0.00%
	Jumlah Unit Jualan	0.00%
8	Banting	
	Kos Operasi dan Penyelenggaraan	-35.99%
	Kos Peralatan Utama	-35.99%
	Kos Bayaran Gaji Pekerja	-70.22%
	Bilangan Pengguna	0.00%
	Jumlah Unit Jualan	0.00%
9	Kuala Selangor	
	Kos Operasi dan Penyelenggaraan	-68.80%
	Kos Peralatan Utama	-60.19%
	Kos Bayaran Gaji Pekerja	-85.50%
	Bilangan Pengguna	0.00%
	Jumlah Unit Jualan	+105.24%
10	Sungai Besar	
	Kos Operasi dan Penyelenggaraan	-61.31%
	Kos Peralatan Utama	-61.31%
	Kos Bayaran Gaji Pekerja	-79.38%
	Bilangan Pengguna	0.00%
	Jumlah Unit Jualan	+190.01%

Nota : Tanda (+) menunjukkan peningkatan  
Tanda (-) menunjukkan penurunan

## KESIMPULAN

Hasil daripada analisis kecekapan yang dijalankan menerusi model CCR dual mendapati empat kawasan pengagihan elektrik di Selangor iaitu Klang, Subang Jaya, Shah Alam dan Bandar Baru Bangi dikenal pasti sebagai kawasan pengagihan elektrik yang cekap, manakala Petaling Jaya, Rawang, Pelabuhan Klang, Banting, Kuala Selangor dan Sungai Besar dikenal pasti sebagai kawasan pengagihan yang tidak cekap. Hasil kajian menunjukkan bahawa kos operasi dan penyelenggaraan memberi sumbangan yang tertinggi dalam kecekapan keseluruhan iaitu sebanyak 61.86%, kedua oleh kos bayaran gaji pekerja, iaitu sebanyak 23.80% dan yang ketiga, kos peralatan utama yang menyumbang sebanyak 14.34% daripada kecekapan keseluruhan.

Melalui konsep penggunaan sumber, kawasan pengagihan elektrik yang cekap menggunakan kos perbelanjaan yang efektif dan seimbang dengan output yang dihasilkan manakala kawasan pengagihan elektrik yang tidak cekap pula didapati terdapat lebih perbelanjaan yang digunakan walaupun atas tujuan dan objektif yang sama. Ini menunjukkan kos perbelanjaan yang digunakan ke atas kawasan pengagihan elektrik yang tidak cekap perlu dikurangkan pada suatu tingkat tertentu supaya seimbang dengan output yang dihasilkan.

Cadangan yang telah diutarakan oleh penyelidik dalam kajian ini hanya sebagai satu panduan kepada pihak TNB sahaja terutamanya dalam mengawal kos perbelanjaan yang digunakan ke atas kawasan pengagihan yang tidak cekap untuk meningkatkan kecekapannya. Walau bagaimanapun, dalam situasi yang sebenar, cadangan untuk meningkatkan kecekapan bagi kawasan pengagihan yang tidak cekap adalah tidak realistik. Hal ini berlaku kerana sešetengah input atau output yang dicadangkan untuk penambahbaikan tidak dapat dikawal oleh pihak TNB. Jika ini berlaku, langkah yang patut diambil oleh pihak TNB ialah berdasarkan input atau output mana yang boleh dikawal. Selain itu, penyelidik juga mencadangkan agar kajian lanjut boleh dilakukan dengan menggunakan model APD yang diubah suai oleh Banker dan Morey (1986) yang mengambil kira input dan output yang tidak boleh dikawal.

## RUJUKAN

Banker, R. D. & Morey, R. (1986). Efficiency analysis for exogenously fixed input and output. *Operations Research*, 34(4), 513-521.

- Burns, P. & Weyman-Jones, T. (1996). Cost functions and cost efficiency in electricity distribution : a stochastic frontier approach. *Bulletin of Economics Research*, 48(1), 41-64.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1981). Evaluating program and managerial efficiency: An application of data envelopment analysis to program follow through. *Management Science*, 27(6), 668-697.
- Chen, T. Y. (2002). An assesment of technical efficiency and cross-efficiency in Taiwan's Electricity Distribution Sector. *European Journal of Operational Research*, 137, 421-433.
- Clagett, E. T., Hollas, D. & Stansell, S. (1995). The effects of ownership from on profit maximization and cost minimization behavior within municipal and cooperative electrical distribution utilities. *Quartely Review of Economics and Finance*, 35 (special issue), 533-550.
- De-Border, K. (1996). Radial and nonradial measure of technical efficiency : An empirical illustration for Belgian Local Governments using an FDH reference technology. *Journal of Productivity Analysis*, 7(1), 41-62.
- Farrel, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*, 120(3), 253-281.
- Miliotis, P. A. (1992). Data envelopment analysis applied to electricity distribution districts. *Journal of Operational Research Society*, 43(5), 549-555.
- Pahwa, A., Feng, X. & Lubkeman, D. (2002). Perfomance evaluations of electric distribution utilities based on Data Envelopment Analysis. *IEEE Transactions on Power System*, 17(3), 400-405.
- Salvanes, K. G. & Tjotta, S. (1990). *Cost Differences in Electricity Distribution : Economies of Scale and Economies of Density in the Norwegian Electricity Distribution Industry*. WP Center for Applied Research, Oslo.
- Syed Othmawi Abd Rahman & Faridah Maarof. (1993). Analisis penyampulan data. *Proceedings of the Management Science Operations Research Seminar on 'OR' for Effective Decision Making*, 21- 22 Julai 1993. ITM Shah Alam, 36-48.
- Weyman-Jones, T. G. (1991). Productive efficiency in a regulated industry: The area electricity board of England and Wales. *Energy Economics*, 13, 116-122.